ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

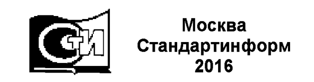
ГОСТ Р 56744— 2015 (МЭК 61921:2003)

Конденсаторы силовые

Установки конденсаторные низковольтные для повышения коэффициента мощности

(IEC 61921:2003, MOD)

Издание официальное



Москва
Стандартинформ
2016

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН негосударственным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Московский институт энергобезопасности и энергосбережения» (НОУ ВПО «МИЭЭ») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 337 «Электрические установки зданий»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 ноября 2015 г. № 1930-ст

4 Настоящий стандарт модифицирован по отношению к международному стандарту МЭК 61921:2003 «Конденсаторы силовые. Конденсаторные установки для коррекции коэффициента мощности при низком напряжении» («Power capacitors — Low-voltage power factor corrector banks», MOD) путем изменения отдельных фраз (слов, значений показателей, ссылок), которые выделены в тексте курсивом.

Внесение указанных технических отклонений направлено на учет особенностей применения конденсаторных установок в низковольтных системах электроснабжения России для компенсации реактивной мощности и повышения коэффициента мощности.

Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте, приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.gost.ru)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Конденсаторы силовые

Установки конденсаторные низковольтные для повышения коэффициента мощности

Power capacitors. Low-voltage power factor corrector banks

Дата введения — 2017—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к низковольтным конденсаторным установкам переменного тока, предназначенным для использования в целях повышения коэффициента мощности и включающим в себя встроенные коммутационные и управляющие устройства, способные подключать или отключать от сети часть конденсаторов с целью повышения коэффициента мощности.

Низковольтные конденсаторные установки для повышения коэффициента мощности, если иное не оговорено, должны соответствовать требованиям ГОСТ IEC 60439-3 и ГОСТ Р 51321.1.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 1282—88 (СТ СЭВ 294—84) Конденсаторы для повышения коэффициента мощности. Общие технические условия

ГОСТ IEC 60439-3—2012 Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Часть 3. Дополнительные требования к устройствам распределения и управления, предназначенным для эксплуатации в местах, доступных неквалифицированному персоналу, и методы испытаний

ГОСТ IEC 60931-1—2013 Конденсаторы шунтирующие силовые несамовосстанавливающегося типа для систем переменного тока на номинальное напряжение до 1000 В включительно. Часть 1. Общие положения. Рабочие характеристики, испытания и номинальные параметры. Требования техники безопасности. Руководство по установке и эксплуатации

ГОСТ Р 51321.1—2007 (МЭК 60439-1:2004) Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Часть 1. Устройства, испытанные полностью или частично. Общие технические требования и методы испытаний

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ IEC 60439-3, ГОСТ IEC 60931-1 и ГОСТ Р 51321.1, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **низковольтная конденсаторная установка переменного тока** (low-voltage a.c. capacitor bank): Сборка из одной или нескольких конденсаторных батарей с устройствами коммутации и управления, измерения, сигнализации, защиты, регулирующих устройств и т.п. заводского изготовления со всеми электрическими и механическими присоединительными выводами и конструктивными частями.

Издание официальное

Примечания

1 По тексту стандарта сокращения «автоматическая установка» и «сборка» применяются для низковольтных конденсаторных установок переменного тока, как автоматических, так и неавтоматических.

2 Устройства коммутации и управления автоматической конденсаторной установки могут быть электромеханическими или электронными.

3.2 **ступень конденсаторной батареи** (step of capacitor bank): Комбинация из одного или более конденсаторов, коммутируемых совместно.

3.3 **автоматический регулятор реактивной мощности** (automatic reactive power regulator): Замкнутая система регулирования, которая в зависимости от величины реактивной мощности нагрузки подключается к линии питания и управляет включением и отключением ступеней автоматической установки с целью компенсации реактивной мощности.

Примечания

1 Реактивная мощность обычно определяется на основной частоте.

2 Регулятор может быть встроенным или автономным и должен настраиваться для каждой установки перед применением.

3.4 **переходный пиковый ток I_t** (transient inrush current I_t): Переходный сверхток максимальной амплитуды и частоты, которая может возникнуть при включении конденсатора, амплитуда и частота определяются такими факторами, как импеданс источника питания, величиной емкости, подключенной параллельно, и момента коммутации.

3.5 **номинальная реактивная мощность Q_N (сборки)** [rated reactive power Q (of an assembly)]: Полная реактивная мощность сборки при номинальной частоте и напряжении, рассчитанная для полного импеданса установки, включая реакторы, если таковые имеются.

3.6 ***конденсаторная батарея*** *(condenser battery): Группа единичных конденсаторов, электрически соединенных между собой.*

3.7 ***единичный конденсатор*** *(single condenser): Конструктивное соединение одного или нескольких конденсаторных элементов в общем корпусе с наружными выводами.*

3.8 ***конденсаторный элемент (секция)*** *[condenser element (section)]: Неделимая часть конденсатора, состоящая из токопроводящих обкладок (электродов), разделенных диэлектриком.*

3.9 ***последовательный ряд конденсаторов*** *(consecutive number of condensers): Часть конденсаторной батареи, состоящая из параллельно включенных конденсаторов при параллельно-последовательном соединении конденсаторов в фазе батареи.*

4 Маркировка конденсаторной установки

В инструкции изготовителя и на маркировочной табличке, закрепленной на сборке, должна быть приведена следующая минимальная информация:

1) наименование или торговая марка изготовителя;
2) идентификационный номер или обозначение типа;
3) дата изготовления в непосредственной или кодовой форме;
4) номинальная реактивная мощность, Q_N, кВАр;
5) номинальное напряжение, U_N, В;
6) номинальная частота, f_N, Гц;
7) минимальная и максимальная температура окружающей среды, °С;
8) степень защиты (IP);
9) стойкость к току короткого замыкания, А.

5 Требования к конструкции, монтажу, эксплуатации и безопасности

5.1 Общие требования

Конденсаторы для повышения коэффициента мощности должны соответствовать требованиям ГОСТ 1282 в части, не противоречащей требованиям ГОСТ IEC 60931-1 и МЭК 60831-1 [1].

Конденсаторы, входящие в состав конденсаторных установок, должны быть непрерывно включены на максимальную нагрузку, или нагрузку, которая отклоняется от максимальной величины только в результате изменений частоты и напряжения.

При эксплуатации конденсаторных установок должны соблюдаться установленные режимы их работы (температура, ток и напряжение), которые могут быть нарушены при перенапряжениях и перегрузках в системе электроснабжения.

Подключение конденсаторных установок к системе электроснабжения может привести к неудовлетворительным эксплуатационным режимам (например, увеличению высших гармоник, самовозбуждению машин, коммутационным перенапряжениям, неудовлетворительной работы аппаратов дистанционного управления, работающих на звуковой частоте, и т.д.).

При многообразии типов конденсаторов и внешних воздействующих факторов не представляется возможным простыми способами построения конденсаторных установок и их управлением предусмотреть все возможные случаи. Приведенная в стандарте информация содержит рекомендации по рассмотрению наиболее важных моментов, при этом следует руководствоваться указаниями изготовителя конденсаторных установок и требованиями электроснабжающих организаций.

5.2 Выбор компонентов

Выбор компонентов конденсаторных батарей (сборки) должен быть выполнен с учетом соответствия температурного класса компонентов и самой сборки.

5.3 Конструкция

5.3.1 Система поддержания коэффициента мощности, являющаяся частью главного распределительного щита

Оборудование, необходимое для автоматического поддержания соответствующего коэффициента мощности в электроустановке, включая контроллер, плавкие предохранители, переключающие устройства, конденсаторы и реакторы (дроссельные катушки), может быть смонтировано как неотъемлемая часть главного распределительного щита.

Это оборудование может быть также установлено в отдельном шкафу главного щита или просто как дополнительная панель в общей оболочке главного распределительного щита.

5.3.2 Неуправляемая постоянно включенная система поддержания коэффициента мощности

Неуправляемое постоянно включенное оборудование обычно устанавливается смежно или вблизи главного распределительного щита или соответствующего распределительного устройства. Как правило, его главная распределительная шина по стойкости к току короткого замыкания должна соответствовать стойкости шин смежного главного распределительного щита или соответствующего распределительного устройства или току короткого замыкания в данной части установки.

Эта секция шин присоединяется непосредственно или с помощью кабельной вставки к главному вводу установки.

Со стороны питания этой секции шины устанавливаются плавкие предохранители, автоматические выключатели или выключатели-предохранители, которые присоединяют конденсаторные установки к коммутационному устройству.

5.3.3 Автоматическая система поддержания коэффициента мощности с отдельно установленными конденсаторами

Для достижения наиболее экономичного режима работы электрических сетей с переменным графиком реактивной нагрузки следует применять автоматическое регулирование мощности конденсаторной установки путем включения и отключения ее в целом или отдельных ее частей.

Для автоматической системы все компоненты *защиты, управления и сигнализации,* за исключением самих конденсаторов, должны быть установлены в станции управления.

Конденсаторы и, в случае необходимости, реакторы следует устанавливать на удаленном от установки стеллаже. Этот вариант используется, если возникают проблемы с требованиями к окружающей среде или с рассеиванием тепла.

Компоненты оборудования для поддержания коэффициента мощности, такие как плавкие предохранители, конденсаторы, реакторы и т.д., дают существенное тепловыделение.

5.3.4 Размещение

Следующее основное оборудование конденсаторной установки для поддержания коэффициента мощности может быть распределено по отдельным ячейкам или размещено в единой конструкции:

a) сборные шины, соединительный мост и/или изоляторы;

b) плавкие предохранители конденсаторной батареи или автоматические выключатели и/или контакторы;

c) сглаживающие реакторы;

d) конденсаторы;

e) управление плавкими предохранителями, присоединительные зажимы и регуляторы.

5.3.4.1 Конденсаторные установки с горючим диэлектриком и массой масла более 600 кг следует устанавливать в отдельном помещении, отвечающем требованиям пожарной безопасности.

Конденсаторные установки с горючим диэлектриком и массой масла менее 600 кг и/или с негорючим диэлектриком могут устанавливаться в помещении РУ до 1 кВ и в смежных помещениях, отнесенных к категории В4 или Д по классу пожарной опасности.

Конденсаторные установки, размещенные в общем помещении, должны иметь сетчатые ограждения или защитные кожухи. Должны быть также выполнены устройства, предотвращающие растекание синтетической жидкости по кабельным каналам и полу помещения при нарушении герметичности корпусов конденсаторов и обеспечивающие удаление паров жидкости из помещения.

5.3.4.2 Расстояние между единичными конденсаторами должно быть не менее 50 мм и должно выбираться по условиям охлаждения конденсаторов и обеспечения изоляционных расстояний.

5.3.4.3 Указатели перегорания внешних предохранителей конденсатора должны быть доступны для осмотра при работе установки.

5.3.4.4 Температура окружающего конденсаторы воздуха не должна выходить за верхний и нижний пределы, установленные стандартами или техническими условиями на конденсаторы соответствующего типа.

Помещение или шкафы конденсаторной установки должны иметь отдельную систему естественной вентиляции; если она не обеспечивает снижения температуры воздуха в помещении до наибольшей допустимой, необходимо применять искусственную вентиляцию.

5.3.4.5 Для конденсаторов, устанавливаемых на открытом воздухе, должно учитываться наличие солнечного излучения. Конденсаторы на открытом воздухе рекомендуется устанавливать так, чтобы отрицательное воздействие на них солнечной радиации было наименьшим.

5.3.4.6 Соединение выводов конденсаторов между собой и присоединение их к шинам должны выполняться гибкими перемычками.

5.3.4.7 Конструкции, на которых устанавливаются конденсаторы, должно выполняться из несгораемых материалов. При выборе способа крепления конденсаторов необходимо учитывать тепловое расширение корпуса конденсатора.

5.3.4.8 При разделении конденсаторной установки на части рекомендуется располагать их таким образом, чтобы была обеспечена безопасность работ на каждой из частей при включенных остальных.

5.3.5 Выбор номинального напряжения

Номинальное напряжение конденсатора должно быть, по крайней мере, равным подводимому напряжению сети, с которой конденсатор должен быть связан, с учетом влияния самого конденсатора.

В определенных сетях между подводимым и номинальным напряжением сети может существовать значительная разница, что должно быть подробно определено потребителем так, чтобы это соответствующим образом могло быть учтено изготовителем. Это имеет значение для конденсаторных установок, так как на их работоспособность и срок службы может оказать негативное влияние нерегламентированное увеличение напряжения на конденсаторном диэлектрике.

Если такая информация отсутствует, то подводимое напряжение принимается равным номинальному (или заявленному) напряжению сети.

В случае если элементы цепи включены последовательно с конденсатором, для уменьшения эффектов от высших гармоник и т.п., то возникающее вследствие этого увеличение напряжения на зажимах конденсатора свыше подводимого напряжения сети требует соответствующего увеличения номинального напряжения конденсатора.

При определении величины ожидаемого напряжения на зажимах конденсатора должно быть принято во внимание следующее:

a) конденсаторы, включенные параллельно, могут вызвать повышение напряжения от источника до точки, где они расположены (см. приложение D); это повышение напряжения может быть больше из-за присутствия высших гармоник. Конденсаторы поэтому работают при более высоком напряжении, чем то, которое было измерено до их присоединения;

b) напряжение на зажимах конденсаторов может существенно увеличиваться во время незначительных нагрузок (см. приложение D); в таких случаях часть или все конденсаторы должны быть отключены от сети, чтобы предотвратить перенапряжение на конденсаторах и недопустимое увеличение напряжения сети.

Отключение установки следует производить с выдержкой времени 3—5мин.

Только в случае крайней необходимости допускается работа конденсаторов при максимально допустимом напряжении и максимальной температуре окружающей среды одновременно, и только в течение коротких промежутков времени.

Примечания

1 Следует избегать чрезмерного запаса при выборе номинального напряжения U_N, что может привести к уменьшению генерируемой реактивной мощности при сравнении с номинальной.

2 Максимально допустимое напряжение — по [1].

5.3.6 Условия применения

Кроме условий, устанавливающих температурный диапазон, самыми важными условиями, о которых нужно сообщить изготовителю, являются следующие:

a) повышенная относительная влажность

Может потребоваться использовать изоляторы специальной конструкции. Должно быть обращено внимание на плавкие предохранители наружной установки, шунтируемые конденсатом, осаждающимся на их поверхности;

b) быстрое отложение плесени

Отложение плесени не происходит на металлах, керамических материалах и определенных видах красок или лаков. Для других материалов отложение плесени может развиться во влажных местах, особенно где может скапливаться пыль, и т.п.

Использование фунгицидов может улучшить состояние этих материалов, но такие продукты не сохраняют свои свойства дольше определенного времени;

c) коррозийная атмосфера

Коррозийная атмосфера имеется в промышленных и прибрежных зонах. В климатических зонах с более высокой температурой эффекты от воздействия такой атмосферы могут оказаться более существенными, чем в зонах с умеренным климатом. Коррозийная атмосфера может присутствовать даже во внутренних установках;

d) загрязнение

Если конденсаторы устанавливаются в местах с высокой степенью загрязнения, то должны быть приняты специальные меры защиты;

e) высота более 2000 м над уровнем моря

К конденсаторам, используемым на высотах более 2000 м над уровнем моря, предъявляются специальные требования. Выбор типа конденсатора осуществляется путем соглашения между потребителем и изготовителем.

5.3.7 Коммутация и защита от перегрузки

Допустимые значения мощности перегрузки для конденсаторов приведены в [1] и в ГОСТ IEC 60931-1. Однако эти значения больше тех, которые допустимы для установок. Переключатели, защитные устройства и соединения должны быть разработаны так, чтобы длительно выдерживать ток, по крайней мере, в 1,3 раза больший действующего значения тока, который был бы при номинальном синусоидальном напряжении и номинальной частоте.

Переключатели, защитные устройства и соединения должны также быть способными противостоять электродинамическим и тепловым воздействиям, вызванным переходными сверхтоками с высокой амплитудой и частотой, которые могут возникнуть при коммутациях.

Такие переходные процессы ожидаются, когда батареи или ступени будут подключаться параллельно к другим батареям, которые уже подключены к сети. В обычной практике для того, чтобы уменьшить коммутационный ток, увеличивают индуктивность соединений, хотя это и увеличивает общие потери. Необходимо соблюдать осторожность, чтобы не превысить максимально допустимый коммутационный ток конденсаторов и коммутирующих устройств.

Если расчет электродинамических и тепловых воздействий затруднителен, то следует принимать защитные меры от сверхтоков, приведенные в [1].

Примечания

1 В определенных случаях, например когда батареями управляют автоматически, повторные операции по переключению могут произойти с относительно короткими интервалами времени. Распределительное устройство и плавкие предохранители должны быть выбраны таким образом, чтобы выдерживать эти режимы.

2 На коммутационные устройства, связывающие распределительные шины с установкой, может воздействовать коммутационное перенапряжение в случае включения на короткое замыкание.

3 Устройства для переключения параллельных ступеней и связанное с ними защитное оборудование должны выдерживать ударный ток (по амплитуде и частоте), возникающий при соединении одной батареи с распределительными шинами, с которыми другая батарея (и) уже связана.

Рекомендуется защищать конденсаторы от сверхтока посредством соответствующих максимальных реле, которые настраиваются так, чтобы управлять коммутационными устройствами при превышении током предела, установленного в [1] и ГОСТ IEC 60931-1.

Защита должна срабатывать с выдержкой времени при токе, превышающем 130 % номинального.

Плавкие предохранители в общем случае не обеспечивают защиту от сверхтока.

Примечание — В зависимости от конструкции конденсаторов их емкость изменяется в большей или меньшей степени от температуры.

Если используются реакторы со стальным сердечником, должно быть обращено внимание на возможность насыщения и перегрев сердечника вихревыми токами.

Любые плохие контакты в цепях конденсаторных установок могут послужить причиной образования дуги, вызывающей высокочастотные колебания, которые могут перегреть и перегрузить конденсаторы. Поэтому рекомендуется проводить регулярный осмотр всех контактов конденсаторных установок.

5.3.8 Защитные оболочки [международный код (IP)]

Большинство шкафов конденсаторных установок устанавливается в помещениях главных распределительных устройств или смежных с главным щитом управления: в этих условиях достаточна степень защиты оболочки IP20. Другие степени защиты IP должны быть согласованы между изготовителем и потребителем.

Степени защиты для сборок наружной установки могут быть увеличены до IP54. Должно быть уделено внимание конструкции вентиляции блоков.

5.3.9 Доступность компонентов

Блоки и оборудование должны быть сконструированы так, чтобы в случае отдельного отказа компоненты могли быть легко заменены.

Присоединения к конденсатору(ам) должны обеспечивать свободный доступ для регулярных проверок и обслуживания.

5.4 Монтаж и эксплуатация

5.4.1 Электрическая окружающая среда

5.4.1.1 Высшие гармоники

Подключение оборудования конденсаторных установок для повышения коэффициента мощности (далее — *оборудование ПКМ*) к сети, содержащей высшие гармоники, может уменьшить срок службы *оборудования ПКМ.* Негативные воздействия высших гармоник могут быть уменьшены при помощи подключения дросселя последовательно с каждой ступенью конденсатора.

5.4.1.2 Пики напряжения

Пиков напряжения следует избегать. Если используется коммутационное оборудование, рекомендованное для конденсаторных установок, то проблем возникать не должно. Однако поскольку оборудование со временем стареет, то изношенные контакты должны быть заменены во вре-мя регулярных проверок при проведении обслуживания.

5.4.1.3 Влияние нагрузки

Решение о том, где применить косинусные конденсаторы, определяется многими факторами, включая стоимость и наличие свободного места:

a) следует определить, где расположены нагрузки с низким коэффициентом мощности: *оборудование ПКМ* может быть установлено в этих точках;

b) в общем случае *оборудование ПКМ* размещают в главном распределительном щите, где имеется пространство для доступа.

В этом случае *оборудование ПКМ* улучшит коэффициент мощности для всей нагрузки, а обслуживание *оборудования ПКМ* будет находиться в одном месте.

5.4.2 Побочные эффекты от системы *оборудования ПКМ*

5.4.2.1 Гармоническое искажение

Оборудование ПКМ, связанное с сетью, где имеются высшие гармоники, увеличит амплитуду гармоник, если правильно подобранный дроссель не будет подключен последовательно с каждой ступенью конденсатора.

Увеличение уровня высших гармоник не только влияет на срок службы конденсаторов, но может вызвать проблемы с другим электрическим и электронным оборудованием в системе.

В случаях, когда возможна перегрузка конденсаторов токами высших гармоник, должна быть предусмотрена релейная защита, отключающая конденсаторную установку с выдержкой времени при действующем значении тока для единичных конденсаторов, превышающем 130 % номинального.

5.4.2.2 Ослабление импульсных сигналов управления

Импульсные сигналы управления применяются в системах диспетчеризации для управления и коммутации постоянных нагрузок (например, бойлеры, уличное освещение и т.д.).

Если *оборудование ПКМ* вызывает существенную потерю сигнала на звуковой частоте, импеданс на несущей частоте может быть увеличен путем соединения фильтров последовательно с отдельными конденсаторами, которые исключат влияние наведенных частотных сигналов на систему диспетчеризации.

5.4.2.3 Повышение температуры окружающей среды

Оборудование ПКМ выделяет тепло из-за потерь в конденсаторах, реакторах, резисторах, катушках и т. д. Это выделяемое тепло повышает окружающую температуру. Важно обеспечить соответствующую вентиляцию в помещении для поддержания достаточного воздушного охлаждения *оборудования ПКМ.*

5.4.3 Перенапряжения

В [1] и ГОСТ IEC 60931-1 определены допустимые перенапряжения.

По согласованию с изготовителем допустимые перенапряжения могут быть увеличены, если предполагаемое число перенапряжений ниже или если температурные условия менее жесткие. Эти перенапряжения промышленной частоты допустимы при условии, что переходные перенапряжения не накладываются на них. Максимальное напряжение не должно превышать более чем в $\sqrt{2}$ раз действующее значение.

Конденсаторные установки, которые могут подвергаться воздействию высоких перенапряжений из-за удара молнии, должны быть соответствующим образом защищены.

5.4.4 Перегрузки

Прежде, чем заказать *оборудование ПКМ*, внимание должно быть уделено проверке условий в системе в месте установки (например, присутствие гармонического искажения или использование частотных сигналов управления).

Конденсаторы не следует применять при токах, превышающих максимальное значение, определенное в [1] и ГОСТ IEC 60931-1.

Токи перегрузки могут быть вызваны чрезмерным напряжением основной частоты или высшими гармониками или обоими факторами. Главные источники гармоник — выпрямители, силовая электроника и насыщаемые сердечника трансформатора.

Если повышение напряжения при незначительной нагрузке увеличено конденсаторами, насыщение сердечника трансформатора может оказаться весьма существенным. В этом случае могут возникать высшие гармоники с аномальной амплитудой, одна из которых может быть усилена за счет резонанса между трансформатором и конденсатором. По этой причине рекомендуется отключать конденсаторные установки при незначительной нагрузке.

Если ток конденсатора превышает максимальное значение, определенное в [1], в то время как напряжение остается в пределах допустимого 1,10 U_N, определенного в [1], должна быть определена преобладающая гармоника, чтобы найти лучшее решение.

Требуется рассмотреть следующие возможные решения:

а) переместить часть или все конденсаторы к другим частям системы, питаемой другим трансформатором;

b) соединить реактор последовательно с конденсаторной батареей, чтобы понизить резонансную частоту цепи для снижения уровня гармоники, нарушающей работу электрической сети.

Форма волны напряжения и сетевые особенности должны быть определены как до, так и после монтажа конденсаторной батареи. Таким источникам гармоник, как мощные силовые электронные устройства, должно быть уделено повышенное внимание.

Переходные сверхтоки с высокой амплитудой и частотой могут возникнуть при включении конденсаторов. Такие переходные эффекты возможны, когда часть конденсаторной установки будет подключена параллельно к другим ступеням, которые уже подключены (см. приложение D).

Может оказаться необходимым уменьшить эти переходные сверхтоки до приемлемых величин для данного конденсатора и оборудования, подключая конденсаторы через резистор (переключение сопротивления) или вставкой реакторов в цепь питания каждой части установки.

Амплитудное значение сверхтоков из-за коммутационных операций должно быть ограничено максимумом в 100 I_N (действующее значение) или максимальной коммутационной способностью контактора, берется меньшее значение.

5.5 Безопасность

5.5.1 Разряжение устройств

Каждая конденсаторная батарея или ступень должна быть снабжена средствами для разряда батарей после отсоединения от сети.

Требуемые времена разряда могут быть обеспечены за счет применения или внутренних (встроенных) разрядных резисторов на каждом конденсаторе, или внешних разрядных резисторов для всего конденсаторного оборудования.

Прежде, чем коснуться любых токоведущих частей, требуется выдержка времени, по крайней мере, 5 мин для саморазряда батареи, затем соединение накоротко всех зажимов конденсаторов и заземление.

5.5.1.1 Внутренние резисторы

Конденсаторы должны иметь разрядные устройства. Единичные конденсаторы для конденсаторных установок рекомендуется применять со встроенными разрядными резисторами. Допускается установка конденсаторов без встроенных разрядных резисторов, если на выводы единичного конденсатора или последовательного ряда конденсаторов постоянно подключено разрядное устройство. Разрядные устройства могут не устанавливаться на конденсаторных батареях, если они присоединены к сети через трансформатор и между батареей и трансформатором отсутствуют коммутационные аппараты. В качестве разрядных устройств могут применяться устройства с активным или активно-индуктивным сопротивлением.

Внутренние резисторы обычно встроены в каждый конденсатор. Они разработаны так, чтобы гарантировать разряд каждого конденсатора и соответственно всей батареи. В батарее с несколькими секциями конденсаторов, соединенных последовательно, остаточное напряжение на зажимах батареи равно сумме остаточного напряжения каждой секции.

5.5.1.2 Внешние разрядные устройства

Могут использоваться внешние разрядные устройства. Каждое устройство должно соответствовать условиям, существующим на месте установки оборудования и быть размещено на расстоянии, обеспечивающем защиту от токов утечки, и иметь соответствующий уровень изоляции. В случае если у конденсаторов нет внутренних разрядных резисторов, не требуется наличия изоляции между конденсаторной батареей и разрядным устройством.

Могут использоваться разрядные реакторы, подключенные параллельно к конденсаторным ступеням. Обычно ставят два реактора на две фазы. В рабочем режиме в реакторе присутствуют только электрические токи намагничивания. Когда конденсаторное оборудование выключено, вся сохраненная энергия замыкается через катушку на несколько секунд. Большая часть энергии рассеивается в реакторе. Число разрядов в единицу времени должно быть ограничено таким образом, чтобы не произошел перегрев разрядного реактора.

Обмотки трансформаторов или двигателей можно рассматривать как индуктивности, так же как измерительные обмотки трансформаторов напряжения.

5.5.2 Разряжение после разъединения

Разъединенная конденсаторная установка должна полностью разрядиться независимо от того, где расположено разрядное устройство, непосредственно в каждом конденсаторе или присоединено к выводам оборудования.

Однако конденсаторная установка, включающая последовательные соединения и соединения в звезду, в которой имеются пробои или внутренние или внешние замыкания, не может быть полностью разряжена через разрядные устройства, подключенные к зажимам конденсаторной установки. При отсутствии напряжения, измеренного на зажимах оборудования, опасное количество сохраненной энергии может существовать в батарее. Эти так называемые остаточные заряды могут сохраняться в течение нескольких месяцев и могут быть разряжены только при индивидуальном разряжении каждой части батареи.

Разряжение устройства не отменяет необходимости закорачивания конденсаторных зажимов и их заземления перед и во время работы.

5.5.3 Обеспечение пожаробезопасности в случае замыкания

Конденсаторы содержат огнеопасные материалы, такие как диэлектрическая пленка и/или бумага, масло и т.д. Батарея должна быть сконструирована с учетом обеспечения пожаробезопасности в случае возможного отказа компонента. Ниже рассмотрены две возможные ситуации:

a) зоны, прилегающие к конденсаторам. Обычно конденсаторы конструктивно помещены в металлические емкости или установлены в отдельной металлической секции, или отделены от других компонентов металлическими барьерами. Наличие силовых и контрольных кабелей в этих зонах должно быть сведено к минимуму, а имеющиеся кабели уложены так, чтобы избежать прямого контакта с частями конденсатора;

b) зоны, прилегающие к реакторам. В зонах, где установлены реакторы (дроссельные катушки и фильтры), наличие силовых и контрольных кабелей должно быть сведено к минимуму или, по крайней мере, они должны быть проложены в удалении от шихтованных стальных сердечников этих компонентов.

5.5.4 Защита людей и материальный ущерб

Компоненты оборудования должны быть объединены в сборки таким образом, чтобы при обслуживании персонал не подвергался случайному воздействию электрической дуги при повреждениях. Конденсаторы с емкостью, скажем, 50 кВАр могут вызвать дуговой разряд при извлечении плавких предохранителей без средств первичной изоляции батареи.

То же самое происходит, если плавкий предохранитель будет вставлен при замкнутом контуре.

5.5.5 Ошиновка

Сборные шины косинусных конденсаторов должны, как минимум, выдерживать токи короткого замыкания системы в точке подключения. Обычно сборки подключены к секции основной установки, где токи короткого замыкания довольно высоки.

Если изготовитель определил тип устройства для ограничения тока в точке присоединения оборудования, то испытания на стойкость к току короткого замыкания следует проводить с этим типом устройства, включенным в цепь.

5.5.6 Подключения

Система сборных шин должна быть выполнена так, чтобы для подключения кабелей или шин соединительных и отходящих линий было достаточно места. Кабели на отходящих линиях обычно имеют большую площадь поперечного сечения, обеспечивающую протекание номинального тока и тока короткого замыкания системы.

Присоединение выводов конденсаторов к сборным шинам и между собой должно выполняться гибкими перемычками.

6 Электромагнитная совместимость

Соответствующие пункты стандартов на конденсаторы (см. раздел 2 «Нормативные ссылки») применяются со следующими дополнениями.

6.1 Излучение

При нормальных условиях эксплуатации электрические конденсаторы не производят электромагнитного излучения. Электромагнитные возмущения могут быть произведены только сборками во время коммутационных операций (подключение или отключение ступени) и ограничены коммутационными перенапряжениями, продолжительность которых измеряется в миллисекундах. Если число коммутационных операций ограничено регулятором и не превосходит пяти операций в минуту, то считается, что требования электромагнитной совместимости удовлетворены, и никакая проверка не требуется.

6.2 Помехозащищенность

Установки, не включающие электронное оборудование, не чувствительны к обычным электромагнитным возмущениям, и проверка помехозащищенности не требуется.

6.3 Установки, включающие электронное оборудование

Электронное оборудование, т. е. регулятор, являющийся частью установки, должен отвечать требованиям помехозащищенности и требованиям по излучению соответствующего стандарта МЭК.

7 Испытания конденсаторных установок

7.1 Классификация испытаний

Проверочные испытания включают:

a) типовые испытания (см. 7.1.1 и 7.2);

b) приемочные испытания (см. 7.1.2 и 7.3).

Изготовитель по запросу должен определить основание для проверок.

Примечание — Рекомендации по типовым и приемочным испытаниям — по ГОСТ Р 51321.1.

7.1.1 Типовые испытания (см. 7.2)

Типовые испытания предназначены для проверки соответствия конденсаторных установок требованиям, установленным в настоящем стандарте для данного типа установки.

Испытания должны быть выполнены на образце сборки или на частях сборки, аналогичных примененным в изделии или подобной конструкции, подтвержденной изготовителем.

Типовые испытания включают:

a) проверку превышения температуры (см. 7.2.1);

b) проверку диэлектрических свойств (см. 7.2.2);

c) проверку стойкости к токам короткого замыкания (см. 7.2.3);

d) проверку эффективности действия цепей защиты (см. 7.2.4);

e) проверку зазоров и расстояний безопасности (см. 7.2.5);

f) проверкумеханической целостности (см. 7.2.6);

g) проверку степени защиты (см. 7.2.7).

Эти испытания могут быть выполнены на конкретном образце и/или на различных образцах того же типа.

Если компоненты сборки претерпевают изменения, то должны быть выполнены новые типовые испытания, поскольку такие изменения могут оказать негативное воздействие на результат этих испытаний.

7.1.2 Приемочные испытания (см. 7.3)

Приемочные испытания предназначены для обнаружения дефектов в материалах и при монтаже. Они должны быть выполнены на каждой новой сборке после завершения строительно-монтажных работ или на каждой транспортной единице. Другие приемочные испытания на месте установки не требуются.

Некомплектные установки, которые собирают из стандартизированных компонентов с использованием частей и принадлежностей, определенных или поставленных изготовителем, должны подвергаться приемочным испытаниям организацией, которая провела монтаж сборки.

Приемочные испытания включают:

a) осмотр сборки, включая осмотр проводки и, при необходимости, электрические испытания (см. 7.3.1);

b) диэлектрические испытания (см. 7.3.2);

c) проверку защиты и электрической непрерывности цепи защиты (см. 7.3.3);

d) проверку сопротивления изоляции (см. 7.3.4).

Эти испытания могут быть выполнены в любой последовательности.

Примечание — Проведение приемочных испытаний на заводе-изготовителе не освобождает монтажную организацию, устанавливающую сборку, от обязанности проверки сборки после ее транспортировки и установки.

7.1.3 Испытания устройств и отдельных компонентов сборок

Типовые испытания и/или приемочные испытания не требуются для устройств и их компонентов, объединенных в сборке, при условии, что они были отобраны в соответствии с 5.3.7 и установлены в соответствии с инструкциями изготовителя.

7.2 Типовые испытания

7.2.1 Проверка превышения температуры

См. соответствующие пункты МЭК 60439-1 со следующими изменениями:

Расчетный ток должен соответствовать сверхтокам, которые воздействуют на конденсаторы с учетом наличия реакторов. Без учета действия реактора или другого устройства ограничения тока расчетный ток должен быть не менее чем в 1,3 раза больше номинального тока.

В случае, если имеется защита или система управления, которые ограничивают максимальный ток, испытательный ток должен соответствовать этому максимальному току. Если такое ограничивающее устройство не предусмотрено, то испытательный ток должен быть в 1,2 раза больше номинального тока.

Испытательный ток требуемого уровня может быть обеспечен одним (или комбинацией) из следующих методов: увеличением испытательного напряжения, увеличением испытательной частоты, увеличением емкости конденсатора или наложением токов высших гармоник.

7.2.2 Проверка диэлектрических свойств

По соответствующим пунктам ГОСТ Р 51321.1.

7.2.3 Проверка стойкости при коротком замыкании

По соответствующим пунктам ГОСТ Р 51321.1.

7.2.4 Проверка эффективности цепи защиты

По соответствующим пунктам ГОСТ Р 51321.1.

7.2.5 Проверка зазоров и расстояний безопасности

По соответствующим пунктам ГОСТ Р 51321.1.

7.2.6 Проверка механической целостности

По соответствующим пунктам ГОСТ Р 51321.1.

7.2.7 Проверка степени защиты

По соответствующим пунктам ГОСТ Р 51321.1.

7.3 Приемочные испытания

7.3.1 Осмотр сборки, включая осмотр проводки и, при необходимости, электрические испытания

По соответствующим пунктам ГОСТ Р 51321.1.

7.3.2 Диэлектрические испытания

По соответствующим пунктам ГОСТ Р 51321.1.

7.3.3 Проверка защиты и электрической непрерывности цепи защиты

По соответствующим пунктам ГОСТ Р 51321.1.

7.3.4 Проверка сопротивления изоляции

По соответствующим пунктам ГОСТ Р 51321.1.

Приложение А
(обязательное)

Минимальные и максимальные поперечные сечения медных проводников для соединений

По приложению А ГОСТ Р 51321.1.

Приложение В
(обязательное)

Метод вычисления площади поперечного сечения защитных проводников с учетом тепловых воздействий от токов короткого замыкания

По приложению В ГОСТ Р 51321.1.

Приложение D
(справочное)

Расчетные формулы для конденсаторов и установок

D.1 Вычисление выходной емкости трехфазных конденсаторов по трем измерениям емкости отдельных фаз

Емкость, измеренная между любыми двумя линейными зажимами трехфазного конденсатора, соединенного в треугольник или звезду, обозначается как C_a, C_b и C_c. Если требования симметрии, установленные в [1] и ГОСТ IEC 60931-1, выполнены, то выходная емкость *Q* конденсатора может быть вычислена с достаточной точностью по формуле

$$Q = 2/3\ (C_a + C_b + C_c)\omega U_N^2 10^{-12},$$

где C_a, C_b и C_c , мкФ;

U_N, В;

Q, МВАр.

D.2 Резонансная частота

Условия наступления резонанса для конденсатора определяются в соответствии со следующим уравнением, в котором *n* — целое число

$$N = \sqrt{S/Q},$$

где *S* — мощность короткого (МВА) в месте установки конденсатора;

Q, МВАр;

n — номер гармоники, т. е. отношение между резонансной гармоникой Гц, и частотой сети, Гц.

D.3 Повышение напряжения

Повышение установившегося значения напряжения при параллельном соединении конденсатора определяется следующим выражением

$$\Delta U/U = Q/S,$$

где ΔU — повышение напряжения, В;

U — напряжение до подключения конденсатора, В;

S — мощность короткого замыкания (МВА) в месте установки конденсатора;

Q, МВАр.

D.4 Ударные переходные токи

D.4.1 Подключение отдельного конденсатора

$$I_S = I_N \sqrt{2S/Q},$$

где I_S — максимальный ударный ток конденсатора, А;

I_N — номинальный ток конденсатора (действующее значение), А;

S — мощность короткого замыкания (МВА) в месте установки конденсатора;

Q, МВАр.

D.4.2 Подключение конденсаторов параллельно работающему конденсатору (ам)

$$I_S = U\sqrt{2}/\sqrt{X_C X_L},$$

$$f_S = f_N\sqrt{X_C X_L},$$

где I_S — максимальный ударный ток конденсатора, А;

U — фазное напряжение относительно земли, В;

X_C — емкостное сопротивление на фазу, Ом;

X_L — индуктивное сопротивление на фазу между батареями, Ом;

f_S — частота ударного тока, Гц;

f_N — номинальная частота, Гц.

D.4.3 Разрядное **сопротивление для отдельного элемента, однофазного или многофазного элемента**

$$R \le t / [k\, C \ln (U_N \sqrt{2} / U_R)],$$

где *t* — время разряда от значения $U_N\sqrt{2}$ до U_R , с;

R — разрядное сопротивление, МОм;

C — номинальная емкость на фазу, мкФ;

U_N — номинальное напряжение элемента, В;

U_R — допустимое остаточное напряжение, В (см. [1] для ограничений по *t* и U_R);

k — коэффициент, зависящий от способа подключения резисторов к элементам конденсаторов (см. [1] и ГОСТ IEC 60931-1).

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном стандарте

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ IEC 60439-3–2012	IDT	IEC 60439-3(2001)[1] «Аппаратура коммутационная и механизмы управления низковольтные комплектные. Часть 3: Частные требования к низковольтным комплектным коммутационной аппаратуре и механизмам управления, устанавливаемым в местах, доступных для пользования неквалифицированными лицами. Распределительные щиты»
ГОСТ IEC 60931-1–2013	IDT	IEC 60931-1(1996) «Конденсаторы шунтирующие силовые несамовосстанав-ливающегося типа для систем переменного тока на номинальное напряжение до 1000 В включительно. Часть 1: Общие положения. Рабочие характеристики, испытания и номи-нальные параметры. Требования техники безопасности. Руководство по установке и эксплуатации»
ГОСТ Р 51321.1—2007 (МЭК 60439-1:2004)	MOD	IEC 60439-1(2004) «Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Часть 1. Требования к устройствам, испытанным полностью или частично»
Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условное обозначения степени соответствия стандартов: - IDT — идентичные стандарты; - MOD — модифицированные стандарты.		

[1] Заменен на IEC 61439-3(2012).

Библиография

[1] МЭК 60831-1:2014 Конденсаторы шунтирующие силовые самовосстанавливающегося типа для систем переменного тока на номинальное напряжение до 1000 В включительно. Часть 1. Общие положения. Рабочие характеристики, испытания и номинальные параметры. Требования безопасности. Руководство по установке и эксплуатации *(IEC 60831-1:2014 Shunt power capacitors of the self-healing type for a.c. systems having a rated voltage up to and including 1000 V — Part 1: General — Performance, testing and rating — Safety requirements — Guide for installation and operation).*

УДК 681.327:006.354 ОКС 31.006.70 Т 58 ОКСТУ

Ключевые слова: конденсаторная батарея, коммутация, испытания

Редактор *Ю.В. Беляева*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *Е.И. Мосур*

Подписано в печать 08.02.2016. Формат 60x84 1/8.
Усл. печ. л. 1,86. Тираж 41 экз. Зак. 4298.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru